

ВЛИЯНИЕ ГОМОГЕНИЗАЦИОННОГО ОТЖИГА НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ВЫСОКОПРОЧНОГО ТИТАНОВОГО СПЛАВА Ti-10V-2Fe-3Al АВИАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Боронина Н.А.

*Руководитель – доц., к.т.н. Нарыгина И.В., инж. Краева О.В.**

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург

*ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», г. Верхняя Салда

i.v.narygina@ustu.ru

Промышленный деформируемый сплав переходного класса Ti-10V-2Fe-3Al относится к сплавам, упрочняемым термообработкой. Сплав Ti-10V-2Fe-3Al является высоколегированным, вследствие чего он склонен к ликвации, проявляющейся на стадии получения слитков в виде образования в структуре сплава β -флеков с повышенным содержанием железа.

Для устранения последствий ликвации, как правило, для титановых сплавов такого класса применяют гомогенизационный отжиг. В связи с этим целью настоящей работы является изучение влияния гомогенизационного отжига на качественные и количественные характеристики β -флеков и формируемый комплекс механических свойств.

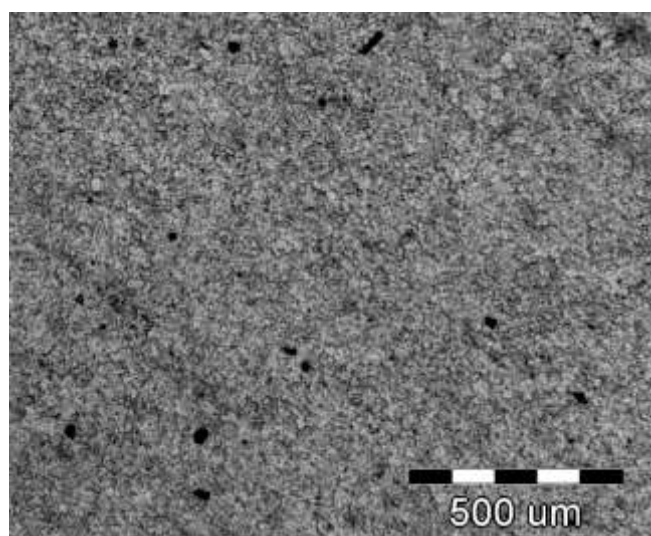
Материалом исследования служили выплавленные методом двойного вакуумно-дугового переплава с расходуемым электродом 10 слитков массой 17 кг. Пять из десяти слитков были подвержены гомогенизационному отжигу в газовой печи при температуре 1250 °C в течение 25 часов с последующим охлаждением на воздухе. Все слитки были откованы в β -области на диаметр 75 мм, а затем прокатаны в $(\alpha+\beta)$ -области при температуре ($T_{\text{пп}} - 40$) °C на диаметр 30 мм.

Исследование проводили комплексно с использованием методов металлографического анализа, растровой электронной микроскопии, микрорентгеноспектрального анализа, микродюрометрии. Испытания на растяжение проводили согласно ГОСТ 1497-84.

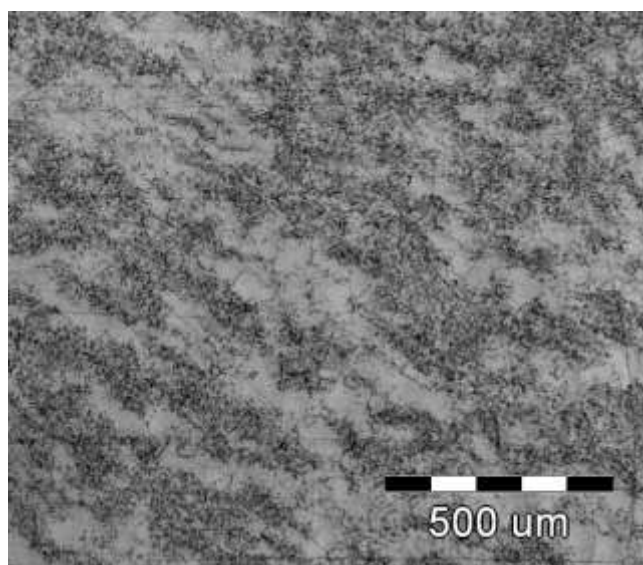
Анализ микроструктуры с целью выявления β -флеков проводили на закаленных с температуры ($T_{\text{пп}} - 25$) °C образцах, вырезанных из различных участков прутков, соответствующих зонам «низа», «середины» и «верха» слитка.

Установлено, что гомогенизационный отжиг способствует формированию однородной микроструктуры прутков без наличия β -флеков (рис. 1 а). Наблюдаются лишь единичные участки с меньшим содержанием α -фазы. Прутки, не подвергнутые гомогенизационному

отжигу, характеризуются структурной неоднородностью, наличием на всех зонах всех плавок β -флеков (рис. 1 б), в том числе и недопустимых по ВМС 7-260.



а



б

Рис. 1 Микроструктура прутков из сплава Ti-10V-2Fe-3Al после закалки с температуры ($T_{\text{пп}} - 25$) °С: а – плавка с последующим гомогенизационным отжигом; б – плавка без последующего гомогенизационного отжига

Кроме того, в структуре прутков, соответствующей «верху» и «низу» слитка, существует разница по объемной доле первичной α -фазы: для зоны «верха» слитка доля α -фазы меньше по сравнению с «низом». Это согласуется с данными по определению химического состава: как на плавках с отжигом, так и без него в зоне «верха» зафиксирована большая

доля β -стабилизаторов, таких как V и Fe, по сравнению с зоной «низа» слитка.

Определение комплекса механических свойств (табл. 1) с целью установления положительного или отрицательного влияния проведения гомогенизационного отжига после плавки осуществляли на прутках, подвергнутых упрочняющей термической обработке по режиму: нагрев сплава до температуры ($T_{пп} - 40$) °С, выдержка 2 часа, охлаждение в воде и последующее старение при 515^{±6} °С, выдержка 8 часов, охлаждение на воздухе.

Табл. 1 Комплекс механических свойств прутков из сплава Ti-10V-2Fe-3Al, подвергнутых УТО

№ плавки	Режим термообработки согласно BMS 7-260	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %
Требования BMS 7-260		$\geq 1088,62$	$\geq 1171,3$	≥ 4
11004, без гом. отжига	773 °С, 2 часа, вода + 510 °С, 8 часов, воздух	1157	1253	15,2
	773 °С, 2 часа, вода + 520 °С, 8 часов, воздух	1167	1246	15,2
11005, после гом. отжига	778 °С, 2 часа, вода + 510 °С, 8 часов, воздух	1144	1214	16,8
	778 °С, 2 часа, вода + 520 °С, 8 часов, воздух	1090	1183	20,0

Таким образом, гомогенизационный отжиг положительно влияет на структурную и химическую однородность прутков и способствует снижению вероятности образования β -флеков на сплаве Ti-10V-2Fe-3Al. Проведение упрочняющей термообработки позволяет получить уровень механических свойств в соответствии с требованиями BMS 7-260.

Работа выполнена при финансовой поддержке молодых ученых УрФУ в рамках реализации программы развития УрФУ.